SIDIFAUTO

MANUAL CIENTÍFICO Y DE USUARIO

Mayo 2014- Edición 2

Software registrado en la Dirección Nacional de Derechos de Autor, Unidad Administrativa Especial, Oficina de Registro con código 13-38-160.

Los programas solamente son para uso educativo, en caso de uso se debe referenciar como:

D. Gómez and C. Isaza, “Vehicle Online Monitoring System Based on Fuzzy Classifier” ThinkMind VEHICULAR 2014, The Third International Conference on Advances in Vehicular Systems, Technologies and Applications, ISSN 2327-2058, 2014.

Contacto:
Diana María Gómez email: dianymgj@gmail.com
Claudia Isaza email: cisaza@udea.edu.co

Universidad de Antioquia
Apartado Aéreo 1226, Dirección: calle 67 No. 53 – 108
Teléfono: [57+4] 219 8560 www.udea.edu.co
Facultad de Ingeniería
Departamento Ingeniería de Electrónica
Grupo SISTEMIC

CONTENIDO

1. INFORMACIÓN GENERAL 1

1.1 Descripción general del software 1

1.2 Cláusula de uso 2

2. INSTALACIÓN 3

2.1 Instalación de SIDIFAUTO 4

2.1.1 Condiciones de instalación 4

2.1.2 Menú automático 4

2.1.3 Asistente de instalación 5

2.1.4 Directorio de Destino 6

2.1.5 Contrato de licencia 6

2.1.6 Inicio de la instalación 7

2.1.7 Reinicio del sistema 7

3. USO DE SIDIFAUTO 8

3.1 Primera vez con el software 9

3.2 Interfaz de usuario 9

3.3 Visualización de medidas y almacenamiento de datos 13

3.4 Localización del contenido de los archivos guardados y visualización de resultados 14

3.5 Obtención del autómata del sistema 16

4. SENSORES 17

4.1 Sensores Utilizados 17

4.1.1 Sonda Lambda 18

4.1.2 Válvula Mariposa 18

4.1.3 Revoluciones del motor (RPM) 19

4.1.4 Presión de Aire 19

4.1.5 Gasto másico de aire de inyección 19

4.1.6 Vibraciones en el motor 20

5. DISPOSICIÓN FÍSICA DEL SISTEMA 21

5.1 Introducción 21

5.2 Esquema de conexiones 22

CAPÍTULO

1 INFORMACIÓN GENERAL

CONTENIDO

1.1 Descripción general del software 1

1.2 Cláusula de uso 2

1.1 Descripción general del software

SIDIFAUTO es un software desarrollado para la visualización y adquisición de datos en un vehículo Renault Logan con una previa instrumentación realizada. SIDIFAUTO se encarga de la medición continua de 6 tipos distintos de variables (Velocidad en RPM, porcentaje de apertura de la válvula de mariposa, flujo másico de aire, presión de aire, concentración de oxígenos en los gases de escape, gasto másico de combustible y vibraciones en el motor) que serán posteriormente utilizadas como criterio de decisión para la evaluación y diagnóstico del vehículo. SIDIFAUTO permite desarrollar estudios de detección y prevención de fallos críticos en sistemas automotrices ya que es el encargado de la adquisición y procesamiento del histórico de datos generado por los sensores previamente instrumentados en el vehículo. En este manual se explica la forma de proceder para la instalación y uso de este software.

1.2 Cláusula de uso

Esta cláusula establece las condiciones de licenciamiento, instalación y uso del programa adquirido (de aquí en adelante denominado “el software”), programa de propiedad exclusiva de la Universidad de Antioquia. El software está protegido por la legislación de derechos de autor, tratados internacionales y cualquier legislación aplicable. La licencia objeto del presente software es concedida exclusivamente para el uso del usuario y queda terminantemente prohibida lo copia o comercialización de éste sin la debida autorización del ente desarrollador. Este software deberá ser utilizado única y exclusivamente con fines académicos, el usuario no deberá alterar o modificar el software bajo ninguna circunstancia ni bajo ninguna finalidad, ni podrá utilizarlo para cualquier otro propósito que el señalado con anterioridad. El Software es objeto de licencia para su uso en cualquier ordenador personal que disponga el sistema operativo correspondiente para el software adquirido.

CAPÍTULO

2 INSTALACIÓN

CONTENIDO

2.1 Instalación de SIDIFAUTO 4

2.1.1 Condiciones de instalación 4

2.1.2 Menú automático 4

2.1.3 Asistente de instalación 5

2.1.4 Directorio de Destino 6

2.1.5 Contrato de licencia 6

2.1.6 Inicio de la instalación 7

2.1.7 Reinicio del sistema 7

Requisitos mínimos y recomendados de instalación (hardware y software) para un correcto funcionamiento de SIDIFAUTO:

Requisito	Mínimo	Recomendado
Procesador	Intel Pentium IV	Intel Pentium IV o mayor AMD Sempron o mayor
Memoria RAM	512 MB	2 GB o mayor
Espacio en disco	250 MB	4 GB o mayor
Sistema operativo	Windows XP	XP o superior
Resolución de pantalla	800 x 600	1280 x 1024
Tarjeta de red	PCI 10/100 Mbps	PCI Wi Fi o USB Wi Fi
Entorno de ejecución*	National Instruments LabVIEW 2010	
Tarjeta de adquisición de datos	NI USB 6218 BNC	
Lector de documentos portables	Adobe reader 6.0	Adobe reader 10
Procesador de hojas de cálculo	Microsoft Office 2003	Microsoft Office 2007 o mayor

* En caso de no contar con una licencia de uso de LabView 2010, el CD de instalación cuenta con la aplicación National Instruments LabVIEW Runtime Engine 2010 con el cual funciona el programa a cabalidad.

2.1 Instalación de SIDIFAUTO

Siga las siguientes instrucciones para instalar SIDIFAUTO.

2.1.1 Condiciones de instalación

Asegúrese de tener derechos administrativos o de ser usuario con privilegios de instalación de programas en el equipo en que será instalado el SIDIFAUTO, Además de contar con los requisitos mínimos de hardware y software mencionados previamente y tener desactivado el antivirus.

2.1.2 Menú automático

Inserte el CD de instalación, ingrese a la unidad de CD y ejecute el archivo setup.exe (Figura 1).

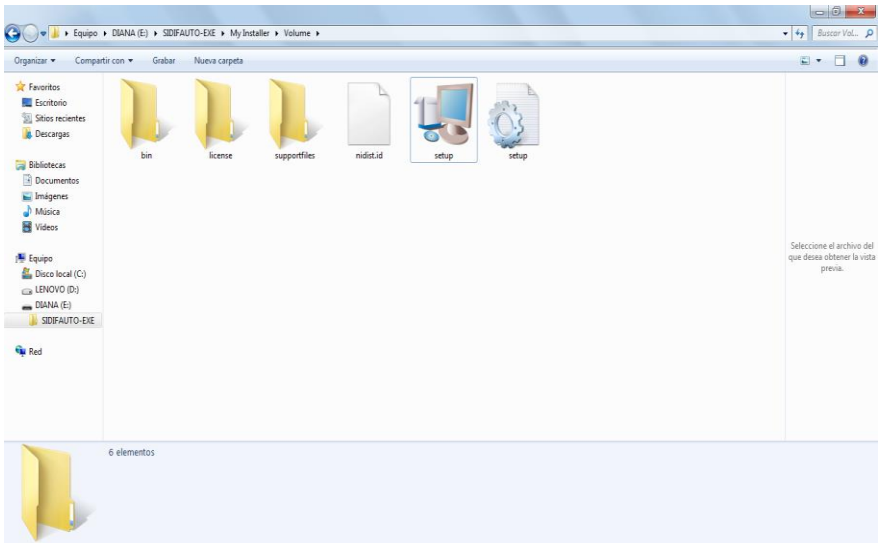

Figura 1. Contenido del CD con el ejecutable de instalación

2.1.3 Asistente de instalación

Una vez ejecutado el instalador de SIDIFAUTO, aparecerá el asistente de instalación mostrado en la figura 2. Por favor espere mientras se terminan de preparar los archivos de instalación.

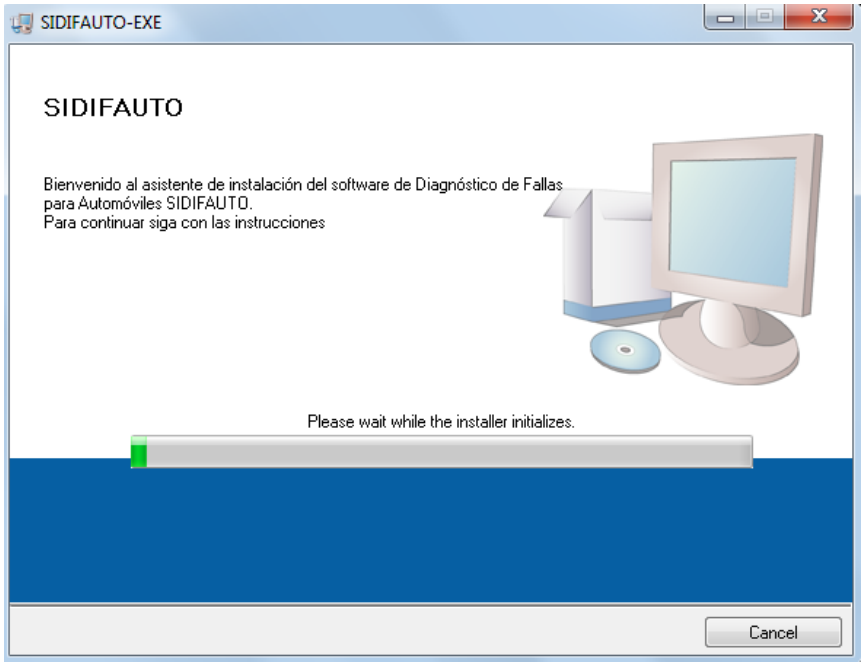
SIDIFAUTO-EXE
SIDIFAUTO
Bienvenido al asistente de instalación del software de Diagnóstico de Fallas para Automóviles SIDIFAUTO.
Para continuar siga con las instrucciones
Please wait while the installer initializes.
Cancel

Figura 2. Asistente de instalación

2.1.4 Directorio de Destino

Después que el asistente de instalación acaba de preparar los archivos, en la siguiente ventana (figura 3) usted deberá seleccionar la ruta de instalación (directorio destino) en la cual quedará alojado SIDIFAUTO. En esta ventana también se debe seleccionar el directorio destino para la aplicación LabVIEW Runtime Environment (adjunta en el CD), éste es un complemento necesario para la funcionalidad y compatibilidad de los ejecutables desarrollados en LabVIEW. Se recomienda utilizar las rutas preestablecidas por el programa.

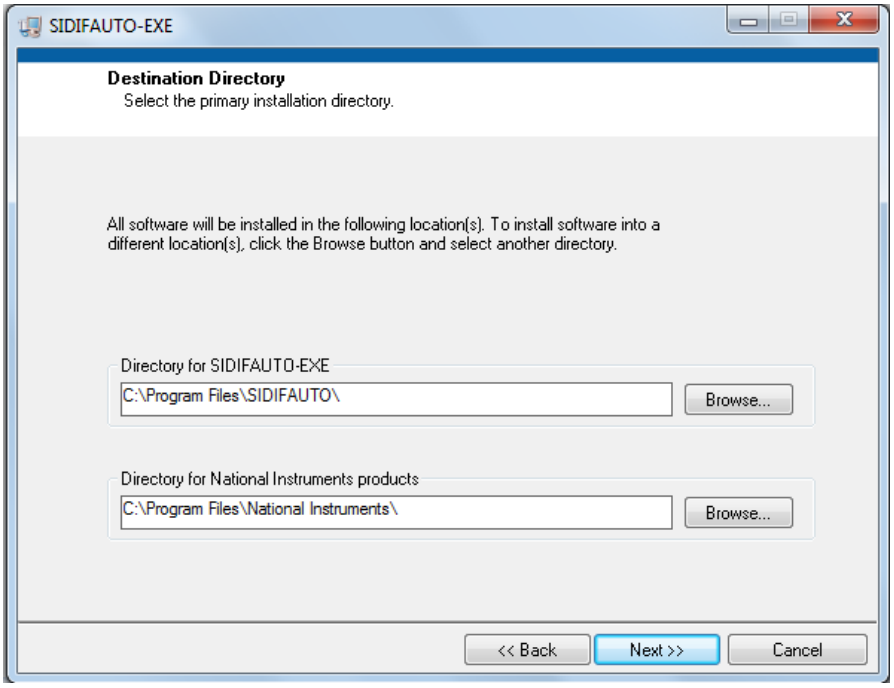
SIDIFAUTO-EXE
Destination Directory
Select the primary installation directory.
All software will be installed in the following location(s). To install software into a different location(s), click the Browse button and select another directory.
Directory for SIDIFAUTO-EXE
C:\Program Files\SIDIFAUTO\
Browse...
Directory for National Instruments products
C:\Program Files\National Instruments\
Browse...
<< Back
Next >>
Cancel

Figura 3. Directorios de Destino

2.1.5 Contrato de licencia

Luego de seleccionar la ruta de instalación, por favor lea con detenimiento el contrato de licencia de software. Si usted está de acuerdo con los términos y condiciones acepte el acuerdo de licencia para continuar con la instalación, en caso contrario cancele la instalación.

2.1.6 Inicio de la instalación

Una vez aceptado el contrato de licencia, proceda a iniciar la instalación oprimiendo el botón *"Next"* (Figura 4). El proceso de instalación se mostrará mediante barras de progreso.

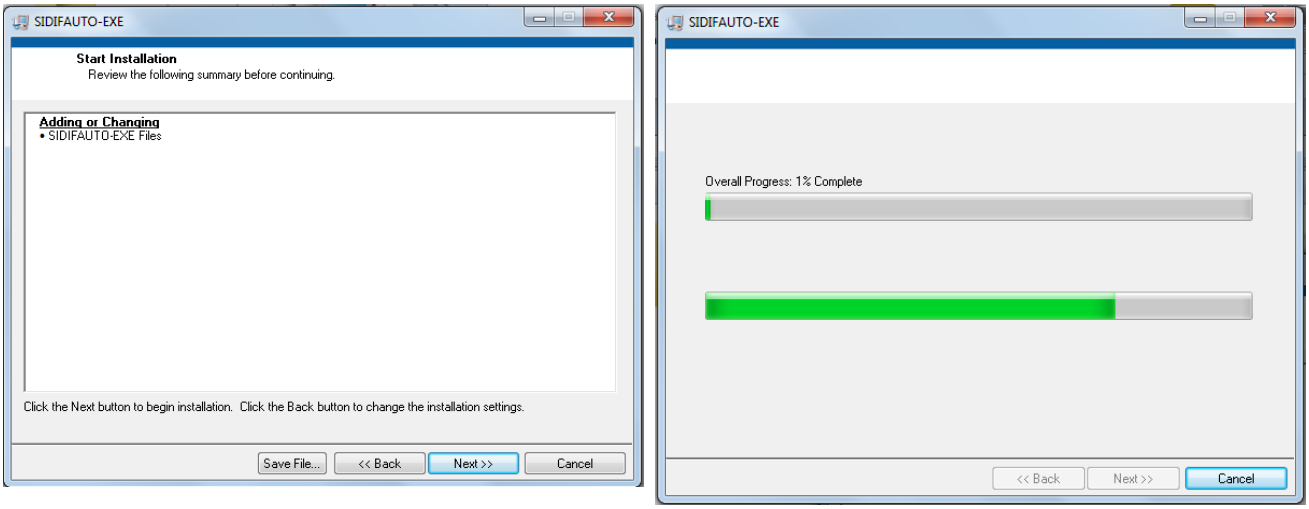

Figura 4. Inicio de Instalación

2.1.7 Reinicio del sistema

Al terminar la instalación, usted tendrá la opción de reiniciar el sistema (Recomendada) para completar la instalación. Para reiniciar el computador presione "Restart", para apagar presione "Shut Down" y si prefiere dejar el reinicio para después presione "Restart Later".

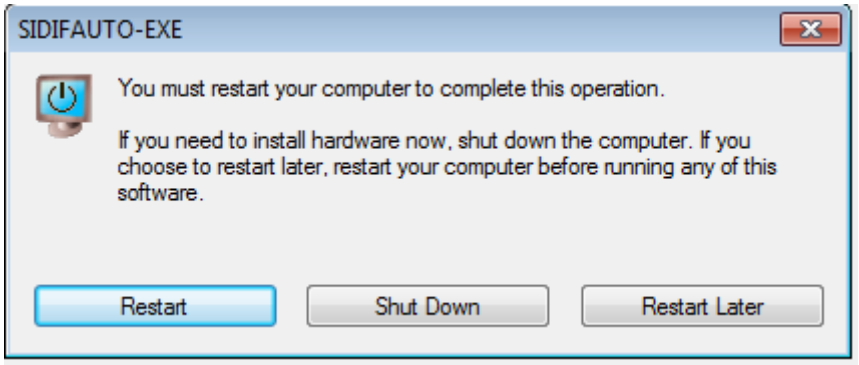
SIDIFAUTO-EXE
You must restart your computer to complete this operation.
If you need to install hardware now, shut down the computer. If you choose to restart later, restart your computer before running any of this software.
Restart
Shut Down
Restart Later

Figura 5. Reinicio del sistema

CAPÍTULO

3 USO DE SIDIFAUTO

CONTENIDO

3.1 Primera vez con el software 9

3.2 Interfaz de usuario 9

3.3 Visualización de medidas y almacenamiento de datos 13

3.4 Localización del contenido de los archivos guardados y visualización de resultados 14

3.1 Primera vez con el software

Inicie la aplicación ejecutando el ícono del programa que encontrará en el escritorio o vaya a al directorio destino (ruta de instalación) que usted seleccionó en el punto 2.1.4 y ejecute SIDIFAUTO.exe. SIDIFAUTO necesita de los drivers específicos de la tarjeta de adquisición de datos que se esté utilizando para poder funcionar, si usted no tiene una tarjeta de adquisición de datos instalada es común que le salga el error mostrado en la figura 6 (Para instalar los *drivers* de adquisición de datos, visite la página de soporte de la *National Instrument* http://www.ni.com/downloads/drivers/esa/ y descargue los controladores *NI DAQmx*).

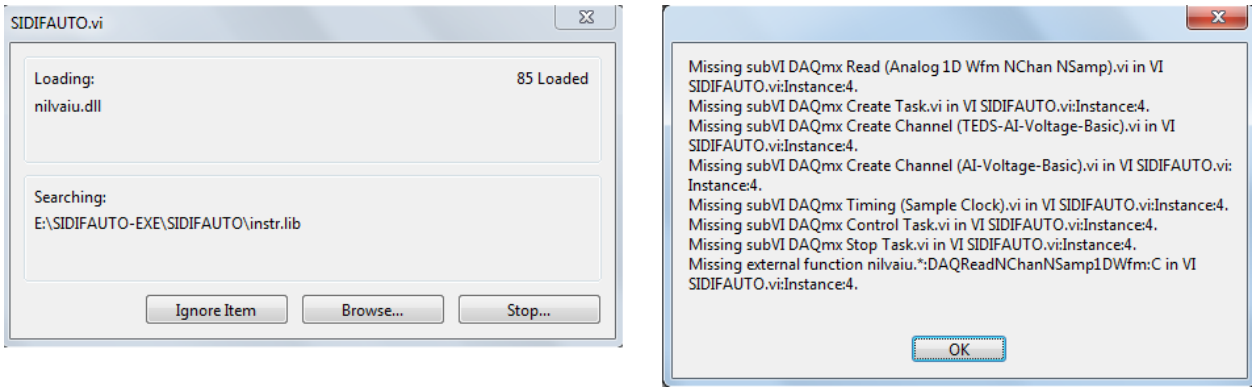
SIDIFAUTO.vi
Loading:
85 Loaded
nilvaiu.dll
Searching:
E:\SIDIFAUTO-EXE\SIDIFAUTO\instr.lib
Ignore Item
Browse...
Stop...
Missing subVI DAQmx Read (Analog 1D Wfm NChan NSamp).vi in VI SIDIFAUTO.vi:Instance:4.
Missing subVI DAQmx Create Task.vi in VI SIDIFAUTO.vi:Instance:4.
Missing subVI DAQmx Create Channel (TEDS-AI-Voltage-Basic).vi in VI SIDIFAUTO.vi:Instance:4.
Missing subVI DAQmx Create Channel (AI-Voltage-Basic).vi in VI SIDIFAUTO.vi:Instance:4.
Missing subVI DAQmx Timing (Sample Clock).vi in VI SIDIFAUTO.vi:Instance:4.
Missing subVI DAQmx Control Task.vi in VI SIDIFAUTO.vi:Instance:4.
Missing subVI DAQmx Stop Task.vi in VI SIDIFAUTO.vi:Instance:4.
Missing external function nilvaiu.*:DAQReadNChanNSamp1DWfm:C in VI SIDIFAUTO.vi:Instance:4.
OK

Figura 6. Mensaje que índica la ausencia de una tarjeta o los controladores de adquisición de datos

3.2 Interfaz de usuario

La figura 7, muestra la interfaz de SIDIFAUTO, ésta permite la visualización de las distintas variables sensadas en el vehículo y la posibilidad de obtener datos históricos de sus respectivas mediciones.

Figura 7. Interfaz SIDIFAUTO

En la parte derecha del SIDIFAUTO (figura 8) se encuentran los indicadores de gasto másico de combustible, gasto másico de aire, revoluciones del motor y aceleración. En ellos se visualiza tanto el valor instantáneo de la muestra tomada como el histórico de datos tomado en una ventana de tiempo que depende a su vez del tiempo de muestreo predefinido por el usuario.

Figura 8. Indicadores laterales SIDIFAUTO

En la parte superior de la interfaz se encuentran los indicadores de presión de aire de inyección y ángulo de giro de la válvula de mariposa, en la parte central se encuentran los indicadores de velocidad, y en la parte inferior los indicadores de las clases o estados funcionales del vehículo, derivados del sistema de clasificación implementado, en estos últimos se indica cuál es el estado actual del sistema discriminando entre 7 posibles clases (*NIC*: clase no identificada, *Normal*: vehículo en estado de funcionamiento normal y conducción sosegada, *Agresiva:* Vehículo en estado de funcionamiento normal pero con conducción agresiva, *D.inyect*: Desconexión del inyector, *D.Bujía:* Desconexión bujía, *F.Aire:* Taponamiento del filtro de aire, *Llanta baja:* Neumático desinflado)(véase la figura 9).

Figura 9. Parte superior y frontal de la interfaz de SIDIFAUTO.

En la parte inferior de SIDIFAUTO (figura 10) se encuentra el indicador del porcentaje de apertura de la válvula de mariposa, los botones que dan inicio y finalizan la ejecución de SIDIFAUTO y dos subsecciones: La primera es utilizada para seleccionar el tiempo de muestreo, el número de muestras y rata de muestreo; mientras que la segunda es utilizada para hacer un registro del histórico de datos.

Figura 10. Parte inferior de la interfaz de SIDIFAUTO.

3.3 Visualización de medidas y almacenamiento de datos

Después de ejecutar el programa y esperar a que se abra la interfaz de SIDIFAUTO, el programa sólo empezará la adquisición de datos una vez se haga "*click*" en el botón INICIO (figura 11). SIDIFAUTO permite la variación de los parámetros relacionados con el tiempo de muestreo, rata de muestreo y número de muestras, en caso de desconocer estos parámetros se recomienda dejarlos en el valor predeterminado por el software. Cuando termine de hacer la toma de datos y desee terminar la ejecución del programa sólo debe presionar el botón FIN.

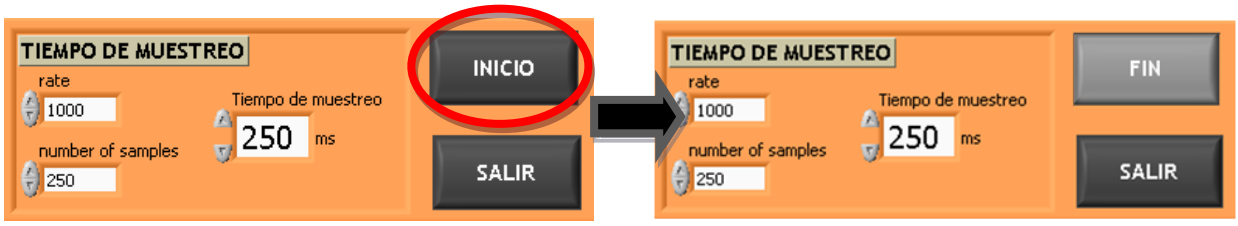

Figura 11. Arranque y finalización de la adquisición de datos

SIDIFAUTO permite visualizar los parámetros del vehículo y guardar los datos adquiridos para un posterior análisis de información. Para iniciar el guardado de la información de una prueba, se debe hacer *click* sobre el botón y seleccionar el directorio destino en el que va a quedar guardado el histórico de datos (figura 12), luego se hace *click* sobre el botón *GUARDAR DATOS* (figura 13) y se espera a que el indicador verde que está al lado derecho del botón se encienda.

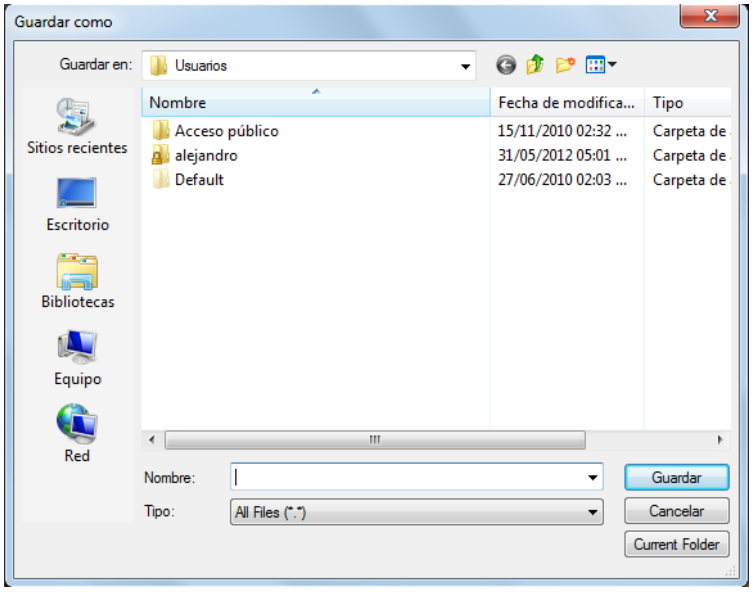

Figura 12. Ventana de selección del directorio destino para la adquisición de datos.

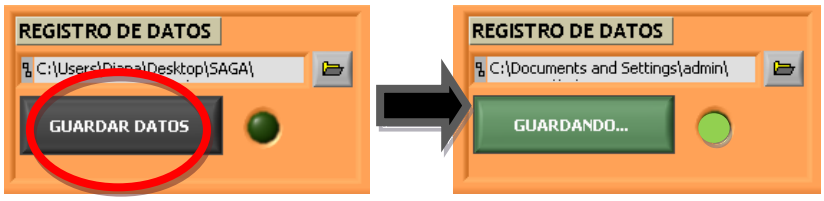

Figura 13. Modo 2, almacenamiento de datos

Para detener el almacenaje de datos sólo debe volver a dar *click* en el botón etiquetado como "GUARDANDO" y seguir con los pasos mostrados en la siguiente sección.

3.4 Localización del contenido de los archivos guardados y visualización de resultados

El programa guarda los datos adquiridos en la carpeta escogida según las indicaciones de la sección anterior, al abrir dicha carpeta se encontrará un archivo con el nombre que usted

seleccionó. El archivo está estructurado en formato ".xls" en el cual se índica el tiempo de muestreo utilizado, la fecha y la hora en la que se realizó la adquisición de datos junto con el histórico de datos de las variables muestreadas (Figura 14).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Los datos se guardaron con un tiempo de muestreo de: 250ms							
2	15/09/2012	9:18						
3	Velocidad [R	Velocidad lir	Mariposa [%	Lambda [V]	Presión Aire	Gasto masico	Aceleración [mV/g]	
4	2103,448	0	36,137	82,605	461,488	0,068	0,023	
5	2178,608	0	36,47	96,746	462,578	0,058	0,021	
6	2259,27	0	36,137	75,371	464,373	0,055	0,028	
7	2346	0	38,742	79,975	468,157	0,046	0,075	
8	2440,018	0	37,678	99,048	465,784	0,045	0,008	
9	2541,637	0	37,741	97,075	463,475	0,043	0,037	
10	2595,869	0	36,756	91,155	471,17	0,041	0,009	
11	2711,097	0	38,885	97,075	479,891	0,05	0,014	
12	2837,011	0	41,268	75,7	491,305	0,055	-0,01	
13	2904,725	0	43,222	87,538	498,68	0,083	0,03	
14	2975,622	0	43,254	66,492	504,964	0,065	0,06	
15	3049,995	0	48,321	215,786	505,669	0,083	0,023	
16	3128,184	0	43,778	67,479	511,633	0,06	0,02	
17	3297,288	0	45,494	150,676	508,427	0,066	0,025	
18	3306,756	0	43,19	78,988	505,926	0,067	0,039	
19	3388,87	0	3,825	76,686	425,835	0,008	0,043	
20	3485,495	0	3,745	153,306	374,663	0,002	0,008	
21	3210,487	0	2,887	149,36	358,248	0,001	0,014	
22	2772,729	0	17,01	164,816	380,691	0,001	0,012	
23	2392,203	0	30,593	773,502	423,205	0,011	-0,003	
24	2346,063	0	36,105	224,665	436,543	0,021	0,011	
25	1876,939	0	33,261	192,439	441,673	0,062	0,007	

Figura 14. Datos almacenados en el archivo

De este modo, Los datos pueden ser utilizados para un análisis posterior. Este archivo contiene los datos adquiridos desde el momento en que se inicia la prueba (*Click* en GUARDAR DATOS) hasta el momento en que se detiene (*Click* en GUARDANDO). Los archivos pueden ser visualizados en cualquier hoja de cálculo (Se deja a preferencia del usuario) y pueden ser tomados, manipulados y modificados dependiendo del uso que se les desee dar. Se da toda la libertad al usuario para que haga análisis posteriores con los datos extraídos de este software, aunque debe hacerse referencia a éste si sus resultados posteriores dependen de los datos adquiridos por SIDIFAUTO.

3.5 Obtención del autómata del sistema

La aplicación desarrollada, provee una herramienta adicional diseñada en labview, la cual permite predecir y representar gráficamente las posibles conexiones entre estados funcionales del sistema, también permite mostrar las clases actuales del mismo con base en las matriz de grados de pertenecía de los datos de entrenamiento (Ver figura 15). Este *software* lee los archivos que se han generado previamente del proceso de clasificación inicial, los cuales están representados por las matrices GADS en la interfaz (Color Amarillo y verde). El proceso de predicción de estados (matriz de GADS color naranja) se realiza con los datos de prueba del sistema. Las matrices de probabilidad representan el porcentaje que un individuo o muestra de datos tiene de pertenecer o quedarse en un mismo estado o de pasarse a otro diferente. El diagrama de conexiones o autómata, ilustra con sus flechas dirigidas, cómo puede llegar a pasar el sistema de un estado a otro. La perilla "Tiempo de muestreo", permite variar la velocidad de entrada de los datos al programa, el tiempo máximo disponible para procesar un dato después de haber entrado el último es de 1 segundo.

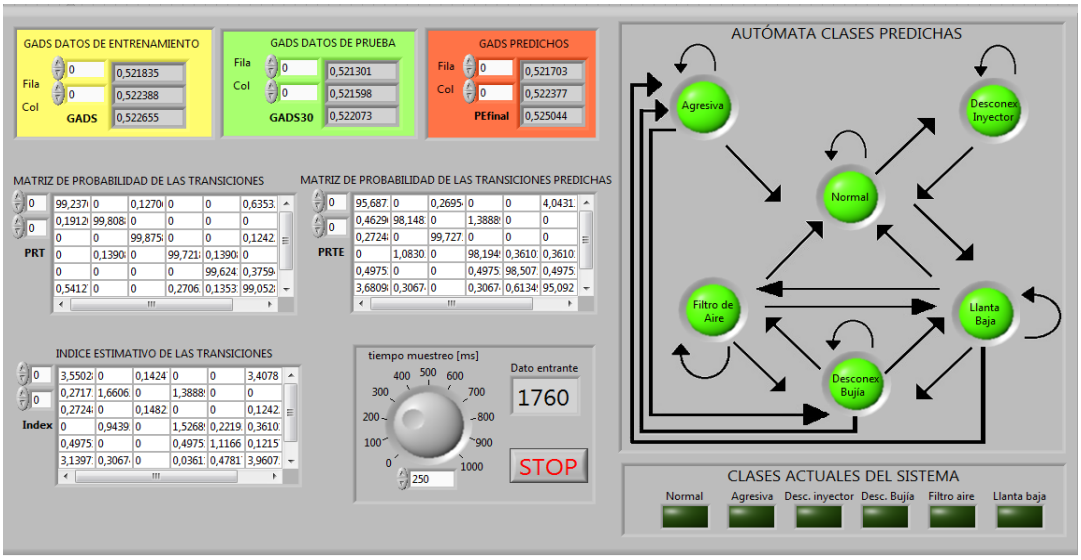

Figura 15. Interfaz para graficar los estados predichos del sistema con base en su clasificación inicial

CAPÍTULO

4 SENSORES

CONTENIDO

4.1 Sensores Utilizados 17

4.1.1 Sonda Lambda 17

4.1.2 Válvula Mariposa 18

4.1.3 Revoluciones del Motor (RPM) 18

4.1.4 Presión de Aire 18

4.1.6 Vibraciones en el motor 19

4.1 Sensores Utilizados

Seis sensores son utilizados como generadores de señales para su respectiva visualización y adquisición en el SIDIFAUTO, éstos son listados a continuación.

4.1.1 Sonda Lambda

El sensor o sonda Lambda es el encargado de medir la relación Lambda (relación existente entre el peso molecular del aire consumido por kilogramo de gasolina y el peso molecular teórico necesario por kilogramo de gasolina). Esta sonda está situada en el tubo de escape y detecta el flujo de gases proveniente de todos los cilindros.

$$\lambda = \frac{\text{Peso molecular de aire consumido por Kg de gasolina}}{\text{Peso teórico de aire que se debería consumir por Kg de gasolina}}$$

λ=1 índica que el aire consumido y el aire necesario para la cantidad de gasolina son iguales, es decir, el caso ideal para una combustión completa. λ<1 índica que la mezcla aire-combustible es rica (el aire consumido es menor que el aire necesario para la cantidad de gasolina utilizada). λ>1 implica que el aire consumido es mayor que el aire necesario para la cantidad de gasolina y se dice que la mezcla aire - combustible es pobre. La sonda lambda entrega una señal de salida que se encuentra entre los siguientes rangos: Vout < 0.2V: Mezcla pobre, 0.2< Vout <0.8V Mezcla normal, Vout > 0.8V : Mezcla rica.

4.1.2 Válvula Mariposa

La válvula mariposa es la encargada de interrumpir o regular el flujo de aire en el conducto que se dirige hacia el múltiple de admisión dentro del vehículo. La posición de apertura de esta válvula, es un indicador de la masa de aire que fluye aspirado por el motor y un indicador indirecto de la posición del pedal de aceleración y del régimen de giro que se desea que adquiera el motor. El sensor mariposa utiliza una resistencia variable linealmente, cuya señal de salida varía proporcionalmente a la apertura de la válvula mariposa.

4.1.3 Revoluciones del motor (RPM)

Para medir esta variable, se utilizó la señal proveniente del captador de punto muerto superior instalado en la rueda volante que se encuentra en el cigüeñal del motor. La rueda dentada del motor del Renault Logan está formada por 59 dientes y un diente con dimensiones del doble de los demás, el cual indica la posición de puerto muerto superior de uno de los cilindros del motor, de modo que con esta rueda se puede saber un punto definido del cigüeñal y el número de revoluciones del motor.

4.1.4 Presión de Aire

La presión de Aire en el múltiple de admisión es medida con un sensor de presión de admisión (MAP). Éste entrega una señal proporcional a la presión existente en la tubería de admisión con respecto a la presión atmosférica presente. Este sensor convierte el vacío a una señal de voltaje la cual se interpreta como presión absoluta en el múltiple. EL MAP es usado en el vehículo para regular la cantidad de combustible; al aumentar el vacío en el múltiple de admisión, el MAP manda la señal para que el vehículo inyecte una menor cantidad de combustible. En una desaceleración el vacío en el múltiple de admisión aumenta considerablemente y en este momento el vehículo a partir de las mediciones producidas por el MAP toma la decisión de cortar el suministro de combustibles y evitar la emisión de gases contaminantes.

4.1.5 Gasto másico de aire de inyección

El sensor de flujo másico de aire (MAF) mide la cantidad de aire que ingresa al motor. Su importancia radica en el hecho de que conociendo el gasto másico de aire se puede saber, a partir de la relación de dosado entre aire y combustible ($F = \frac{\dot{m}_f}{\dot{m}_a}$), el gasto másico del

combustible utilizado en el auto. Donde: $\dot{m}_f$ es el gasto másico de combustible y $\dot{m}_a$es el Gasto másico de aire.

4.1.6 Vibraciones en el motor

Un acelerómetro instalado en la parte superior del motor es utilizado para medir vibraciones. Éste índica los cambios de aceleración del vehículo a través de la frecuencia y la amplitud de las vibraciones debidas a los mecanismos del motor. El objetivo del acelerómetro es ayudar a diferenciar entre una vibración producto del funcionamiento normal del vehículo y vibraciones producto de fallos, mal funcionamiento en algún mecanismo o efectos de agentes externos como imperfecciones en la carretera.

CAPÍTULO

5 DISPOSICIÓN FÍSICA DEL SISTEMA

CONTENIDO

5.1 Introducción 20

5.2 Esquema de conexiones 21

5.1 Introducción

Para la interacción entre SIDIFAUTO y el vehículo Renault Logan instrumentado, se desarrolló una etapa de conexión con los sensores para poder enviar los datos obtenidos por éstos a través de una tarjeta de adquisición de datos NI USB 6218 BNC (Ver figura 16). Las señales sensadas ingresan a la etapa previamente mencionada a través de dos conectores DB25, luego éstas se conectan a la tarjeta de adquisición de datos según el esquema de conexiones presentado en la siguiente sección.

Figura 16. Tarjeta de adquisición de datos NI USB6218 BNC

5.2 Esquema de conexiones

La tabla 1, muestra la relación entre los pines de los conectores DB25 (incluidos en el vehículo) y los conectores de la etapa previa a la tarjeta de adquisición de datos (figura 17). La caja que contiene los conectores posee dos puertos DB25 (puerto A y B) y 16 salidas o conectores BNC (mostrados en la figura 17). A cada conector BNC corresponden dos pines de alguno de los puertos DB25, cada uno de los cuales está relacionado con un sólo sensor del vehículo. Las salidas restantes quedaron disponibles en caso que se deseen añadir sensores extras o implementar alguna otra aplicación futura.

Tabla 1. Relación entre conectores

Puerto	Pines	Número de conexión en la caja	Sensor utilizado	Canal de la tarjeta de adquisición
A	13-25	1	Captador de punto muerto	AI0
A	12-13	2	Señal del sistema ABS	AI1
A	22-10	3	Válvula mariposa	AI2
A	9-20	4	Sonda LAMBDA	AI3
A	19-7	5	MAP	AI4
A	17-6	6	MAF	AI5
B	13-25	7	Acelerómetro	AI6
B	12-14	8	Disponible para futuras aplicaciones	NA
B	11-23	9	Disponible para futuras aplicaciones	NA
B	10-22	10	Disponible para futuras aplicaciones	NA
B	9-21	11	Disponible para futuras aplicaciones	NA
B	8-20	12	Disponible para futuras aplicaciones	NA
B	7-19	13	Disponible para futuras aplicaciones	NA
B	6-18	14	Disponible para futuras aplicaciones	NA
B	5-17	15	Disponible para futuras aplicaciones	NA
B	4-16	16	Disponible para futuras aplicaciones	NA

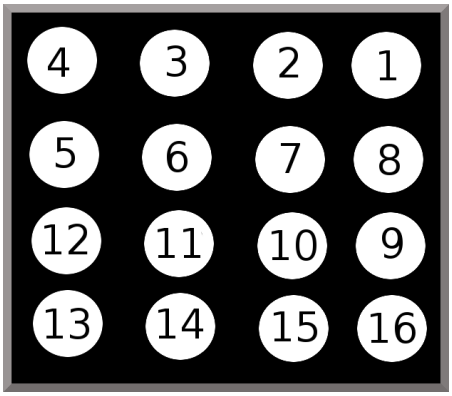

Figura 17. Esquema de conexión para los sensores

En la figura 18, se puede observar la disposición final del montaje, las borneras de conexión BNC, la tarjeta de adquisición de datos y el PC para monitorear el proceso.

Figura 18. Disposición final de los dispositivos de adquisición y acondicionamiento de las señales